

**PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**ANÁLISE DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL COM A  
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA  
CONTÍNUA**

Por,  
**Rodrigo Neris Silva**

**Brasília, 04 de dezembro de 2017.**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia**

Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**ANÁLISE DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL COM A  
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA  
CONTÍNUA**

POR,  
**Rodrigo Neris Silva**

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção  
do grau de Engenheiro de Produção

**Banca Examinadora**

Prof. Dra. Adriana Regina Martin, UnB/ EPR (Orientador)

\_\_\_\_\_

Prof. Dra. Viviane Vasconcellos Ferreira Grubisic, UnB/ EPR

\_\_\_\_\_

Brasília, 04 de dezembro de 2017



## **Dedicatória**

*Esse projeto é dedicado à minha família. Sem vocês, nada disso seria possível.*

## **Agradecimentos**

*À minha família, pelos sacrifícios que fizeram para me proporcionar as melhores condições possíveis ao longo da minha vida e por todo o incentivo e apoio para enfrentar os obstáculos da vida.*

*Aos meus amigos, José Carlos, Emir, Renan, Paulo, Lucca, Solon, João Pedro e Marie pelo apoio durante toda a graduação.*

*À minha companheira, Olivia, com quem compartilhei as principais dificuldades da minha graduação e que sempre temos que ver o lado bom da vida.*

*À minha Professora Orientadora Adriana, pela paciência, disposição, atenção e apoio durante a elaboração deste trabalho.*

## RESUMO

A utilização dos recursos de maneira eficiente tem sido um diferencial no contexto atual de competitividade entre as empresas no mundo todo. As áreas produtivas devem produzir mais com uma qualidade cada vez maior. Para medir a eficiência das máquinas, um dos principais indicadores utilizados pelas indústrias é o Overall Equipment Effectiveness (OEE), que analisa variáveis como a disponibilidade, performance e a qualidade dos equipamentos. Com o objetivo de medir o desempenho operacional e propor possíveis melhorias através dos resultados encontrados, este trabalho teve foco de estudo um moinho de trigo de uma empresa situada na Região Centro Oeste do Brasil. Com foco em iniciar a melhoria contínua na empresa e utilizando de ferramentas da qualidade como o PDCA, diagrama de causa e efeito e análise de Pareto, este trabalho contribuiu na avaliação da situação atual dos equipamentos e na criação de um plano de ação para a melhoria do OEE.

**Palavras-chave:** OEE. PDCA. Melhoria de Indicadores Produtivos.

---

## ABSTRACT

The efficient use of resources has been a differential aspect in the current context of inter-company competitiveness across the world. Production areas are expected to manufacture greater quantities in increasingly better quality. In order to measure machinery efficiency, one of the main indicators employed by industries is the Overall Equipment Effectiveness (OEE), which analyses variables such as availability, performance and equipment quality. Aiming to measure operational execution and to propose possible improvement through given results, this research held a company's wheat mill as its object of study. In the intention of achieving continuous betterment in the enterprise and applying quality tools such as the PDCA - Pareto's cause and effect analytical diagram - this paper contributed in the evaluation of the present-day equipment situation and in the development of an improvement action plan for the OEE.

**Key words:** OEE, PDCA, Improvement of Productive Indicators.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.2. JUSTIFICATIVA .....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1. GESTÃO DE PERFORMANCE GLOBAL .....	17
2.2. MELHORIA CONTÍNUA .....	21
2.3. PDCA E OUTRAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE .....	24
3. METODOLOGIA .....	29
3.1. COLETA DE DADOS .....	29
3.2. ANÁLISE DOS DADOS .....	30
3.3. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	30
3.4. ABORDAGEM .....	30
3.5. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS .....	31
4. ESTUDO DE CASO.....	33
4.1. MERCADO E A INDÚSTRIA DE TRIGO NO BRASIL .....	33
4.2. O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE TRIGO ..	35
4.3. LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA O CÁLCULO DO OEE	36
4.4. CÁLCULO DO OEE.....	38
4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	39
5. PROPOSTA DE MELHORIAS.....	41
5.1. GRUPO DE ESPECIALISTAS.....	41

**5.2. IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS E PROPOSTA DE  
MELHORIA 41**

6. CONCLUSÃO .....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo PDCA .....	25
Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito .....	26
Figura 3 - Diagrama de Pareto.....	27
Figura 4 – Posição e Participação do Brasil no Mercado Mundial de Trigo..	34
Figura 5 – Estimativa de Moagem de Trigo 2016 – Por Estado/Região .....	34
Figura 6 – Processo de Produção de Farinha de Trigo .....	36
Figura 7 – Planilha de Dados .....	37
Figura 8 – Diagrama de Causa e Efeito – Setup Carrossel .....	49
Figura 9 – Diagrama de Causa e Efeito – Setup Envasadora 5kg .....	49
Figura 10 – Diagrama de Causa e Efeito – Sem Programação de Produção .....	48
Figura 11 – Diagrama de Causa e Efeito - Etapa Anterior .....	48
Figura 12 – Diagrama de Causa e Efeito - Empilhadeira .....	49
Figura 13 – Diagrama de Causa e Efeito - Limpeza.....	50

# LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Dados Levantados .....	38
Quadro 2 – Índices Carrossel .....	39
Quadro 3 – Índices Envasadora 5kg .....	39
Quadro 4 – Análise de Pareto – Carrossel – Quantidade de Registro .....	42
Quadro 5 – Análise de Pareto – Carrossel – Tempo Parados .....	43
Quadro 6 – Análise de Pareto – Envasadora 5kg - Quantidade .....	45
Quadro 7 – Análise de Pareto – Envasadora 5kg - Tempo .....	46
Quadro 8 – Plano de Ação .....	51

# LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Pareto - Carrossel.....	44
Gráfico 2 – Pareto – Envasadora 5kg.....	47

# **LISTA DE ABREVIATURAS**

OEE - Overall Equipment Effectiveness

PDCA - Plan, Do, Check e Act

ABITRIGO - Associação Brasileira de Trigo

# 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem o intuito de introduzir o problema, através de uma contextualização da atual situação do mercado de manufatura e dos objetivos a serem abordados.

Atualmente o mercado tem exigido cada vez mais que as empresas de manufatura disponibilizem seus produtos com qualidade, rapidez, flexibilidade, confiabilidade e menor custo. Diversos indicadores econômico financeiros são utilizados por empresas para se ter uma visão do mercado e sua posição competitiva.

Fleischer, Weismann e Niggeschmidt (2006) fortalecem a idéia de que a competitividade das empresas de manufatura depende da disponibilidade e produtividade de seus recursos de produção. Nos casos da manufatura de produção em massa e em processo contínuo, é fundamental assegurar uma elevada disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. Para melhorar a performance da empresa através da utilização dos recursos de produção, Jonsson e Lesshammar (1999) afirmam que um sistema integrado de avaliação da Performance Global da Manufatura (Overall Manufacturing Performance) pode facilitar o controle e acompanhamento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

Um dos indicadores mais utilizados nas indústrias é o Overall Equipment Effectiveness (OEE), um indicador que fornece uma visão do sistema de manufatura, medindo a disponibilidade, performance e qualidade dos equipamentos, o que facilita a medição da capacidade produtiva dos equipamentos (NAKAJIMA, 1989; LJUNGBERG, 1998).

As causas que geram perda de disponibilidade, performance e qualidade da produção devem ser identificadas para que possam ser eliminadas ou reduzidas. É válido ressaltar que por mais que o equipamento esteja disponível, sua utilização pode ser ineficiente. Para auxiliar na identificação de possíveis causas, ferramentas como o PDCA (Plan, Do, Check e Act), utilizada para criação de um plano de ações focado em solucionar problemas e o diagrama de

Ishikawa, utilizado para encontrar as causas raízes dos problemas, podem auxiliar a encontrar os problemas do processo, além de auxiliar na implementação da melhoria contínua (CAMPOS, 1992).

Segundo a Associação Brasileira de Trigo (ABITRIGO, 2017), o Brasil possui 196 moinhos de trigo, entre empresas já consolidadas no mercado e empresas pequenas. Com uma estimativa de crescimento do mercado de trigo para 2017, é necessário o desenvolvimento e evolução no nível de eficiência dos moinhos.

Tendo em vista a necessidade do aumento do nível de eficiência dos moinhos brasileiros, este estudo busca analisar o nível de disponibilidade, performance e qualidade de produção dos equipamentos de um moinho através de ferramentas de melhoria contínua.

### **1.1.OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise do indicador de eficiência operacional, OEE, de um moinho de trigo de uma empresa localizada na Região Centro Oeste do Brasil, através de uma efetiva implementação da utilização das ferramentas da qualidade.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Calcular os índices de disponibilidade, performance e qualidade de duas máquinas do moinho.
- Identificar os problemas que causam maior tempo de parada.
- Identificar as causas raízes dos motivos de paradas mais recorrentes.
- Criar um plano de ação para as propostas de melhoria.

### **1.2.JUSTIFICATIVA**

Diante da necessidade de aprimorar a medição da performance da manufatura à nível global, Jonsson e Lesshammar (1999) afirmam que as

empresas precisam buscar indicadores que melhor reflitam os resultados da manufatura como um todo.

A obtenção de indicadores consistentes pode ser prejudicada pela indisponibilidade e a mal performance dos seus equipamentos, que é justamente um dos maiores problemas enfrentados por empresas em todo o mundo.

Atualmente, um dos indicadores mais analisados pelas empresas é o de eficiência energética, que é totalmente dependente da performance dos equipamentos da fábrica. Se o equipamento estiver sendo utilizado, mas não estiver com a performance em um nível aceitável, então o indicador vai apontar que existe desperdício de energia. (NAKAJIMA, 1989; LJUNGBERG, 1998).

O OEE é um indicador empregado por fábricas em todo o mundo. Ele utiliza de dados relacionados aos equipamentos de manufatura para gerar informações quanto à sua disponibilidade, qualidade e performance. Os resultados do OEE influenciam em outros indicadores, como a eficiência energética, capacidade produtiva, nível de entrega, ou giro de estoques. (NAKAJIMA, 1989; LJUNGBERG, 1998).

A melhoria contínua do processo produtivo auxilia a encontrar os principais problemas relacionados à disponibilidade, performance e qualidade dos equipamentos. As ferramentas da qualidade aplicadas no PDCA como o Diagrama de Ishikawa e o Diagrama de Pareto (NAKAJIMA, 1989), analisam, identificam e fornecem um caminho para melhorar o resultado do OEE. A dificuldade em questão é tornar esse processo uma cultura na empresa. Em diversas ocasiões, apesar de existir a tentativa de implementação, com o tempo o processo deixa de existir. O resultado é a adoção de medidas sem nenhum tipo de análise, que geram resolução meramente momentânea dos problemas.

Em conjunto com a análise do OEE, a melhoria contínua é capaz de encontrar as causas geradoras de potenciais interrupções do processo produtivo. Deste modo, torna-se possível alavancar significativamente a performance e o nível de qualidade dos equipamentos e dos produtos gerados, assim como indicadores, ritmo de operação e a diminuição de custos.

Neste contexto, o intuito desse trabalho é verificar os resultados dos índices de disponibilidade, performance e qualidade das máquinas dentro de um processo produtivo, com foco na diminuição de paralisações e melhora desses índices. E assim, melhorar de forma efetiva e permanente o OEE, influenciando indiretamente outros indicadores, por meio de ações com base em ferramentas da qualidade.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Neste capítulo são apresentadas as publicações significativas aos cálculos dos índices de disponibilidade, performance e qualidade para assim calcular o OEE, de melhoria contínua e ferramentas da qualidade.*

### 2.1. GESTÃO DE PERFORMANCE GLOBAL

Os resultados da implementação da manutenção produtiva total apontam um conjunto de perdas que afetam, diretamente, a eficiência dos equipamentos e o sistema de produção. A indicação é dada utilizando os seguintes fatores: Disponibilidade do Equipamento, Performance Operacional e a Qualidade dos Produtos (MORAES, 2004). A multiplicação desses três fatores determina o Índice de Eficiência Global do Equipamento, o chamado OEE.

O cálculo do OEE, definido originalmente por Nakajima (1989), tem um papel fundamental na obtenção da eficiência máxima dos equipamentos. Trata-se de uma métrica que não somente gera o resultado de eficiência, mas permite análises mais detalhadas das perdas a partir do desdobramento do cálculo. Hansen (2006) destaca que as perdas, ineficiências, são como uma fábrica escondida. Elas representam uma parte do recurso da empresa que não está sendo utilizada com sua capacidade total.

O OEE tem sido muito utilizado como indicação da medição da performance global dos equipamentos na manufatura. Ao estruturar a análise das perdas de aproveitamento de sua capacidade, o indicador pode contribuir para o direcionamento dos esforços de melhoria contínua dos pequenos grupos (JONSSON; LESHAMMAR, 1999) e avaliar o progresso na implementação da manutenção produtiva total (JEONG; PHILLIPS, 2001). Usado como métrica para o gerenciamento, o OEE é adotado principalmente por indústrias que precisam assegurar uma disponibilidade elevada de seus equipamentos.

Nakajima (1989) definiu seis grandes perdas existentes nos equipamentos (recursos), que influenciam diretamente na produtividade da organização. O cálculo do OEE é realizado pela identificação de 3 tipos básicos de perdas, conforme os pontos a seguir:

1. Perdas de disponibilidade

1.1. Paradas que provocam falha de equipamento

1.2. Paradas para ajustes

2. Perdas de performance

2.1. Pequenas paradas ou interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento

2.2. Redução da velocidade do equipamento devido às anomalias que o façam operar com tempo de ciclo maior que o tempo padronizado

3. Defeitos e perdas de qualidade

3.1. Produção defeituosa ou retrabalho

3.2. Perdas de produção ou perdas ocasionadas no início da produção devido aos ajustes para estabilização do equipamento.

O OEE pode ser entendido como uma relação entre o tempo em que houve agregação de valor ao produto e o tempo de carregamento da máquina, descontando-se as perdas de disponibilidade, perdas de performance e perdas de qualidade.

Para o cálculo do OEE, é adotada a Eq. 1 apresentada a seguir, que considera as definições para os componentes referentes à disponibilidade (D), performance (P) e qualidade (Q).

$$OEE = D \times P \times Q \quad Eq. (1)$$

O índice de Disponibilidade (D) expressa a relação do percentual entre o tempo em que o equipamento realmente operou e o tempo que deveria ser operado, conforme a Eq. 2 abaixo:

$$Disp(\%) = \frac{\text{tempo tot programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejada}}{\text{tempo total programado} - \text{parada programada}} \times 100 \quad Eq. (2)$$

Onde o tempo total programado é o tempo de carga programado para equipamento, com base no tempo teórico de ciclo e na demanda de produção.

A parada planejada é o tempo gasto com paradas para descanso, almoço, reuniões, treinamentos e manutenção planejada. A parada não planejada é o tempo gasto com as interrupções inesperadas, como as causadas por manutenção de emergência, aquecimento no início de produção, troca de modelos e troca ou ajustes de ferramentas.

O índice de Performance Operacional (P) é a relação entre o tempo programado e o ciclo real do equipamento em operação. É um índice normalmente afetado por reduções intencionais na velocidade de operação dos equipamentos, por pequenas paradas e por falta de algum recurso e bloqueio (MORAES, 2004). Este índice pode ser calculado conforme representado na Eq. 3:

$$Perf. (\%) = \frac{\text{tempo teórico do ciclo} \times \text{total de produtos produzidos}}{\text{tempo tot programado} - \text{parada programadas} - \text{paradas não planejadas}} \times 100 \text{ Eq. (3)}$$

A Eq. 4 apresenta o índice de Qualidade de produto, que diz respeito à capacidade de produzir um produto sem que haja reprocesso. Relaciona a quantidade de peças que tiveram que ser retrabalhadas e refugadas, com a quantidade total de peças produzidas (MORAES, 2004).

$$Qual. (\%) = \frac{\text{tot de prod. produzidos} - \text{tot de produtos retrabalhados} + \text{refugos}}{\text{total de produtos produzidos}} \times 100 \text{ Eq. (4)}$$

O OEE não é apenas um indicador operacional, mas medidor das atividades dos processos envolvidos com a operação. É utilizado em empresas com um volume alto de produção, que tem a produtividade como prioridade e que consideram perdas e interrupções quedas de rendimento (RON, ROODA, 2005).

Para que haja a eliminação ou redução das perdas identificadas pelo OEE, é necessário que diversas áreas estejam envolvidas. Além da manutenção e produção, a qualidade e a engenharia devem colaborar com esforços de melhoria de modo mais sistêmico.

Nakajima (1989) propõe que as ações de melhoria sejam desdobradas a partir da análise do indicador OEE, por meio de ferramentas de gestão da qualidade como o gráfico de Pareto e o diagrama de causa e efeito. O primeiro identifica os tipos de perdas que têm maior impacto no resultado do OEE, e o segundo organiza a investigação do real motivo da ocorrência, facilitando sua identificação e eliminação.

Nesse esforço de análise e melhoria, Bamber et al.(2003) ressaltam a importância do envolvimento de grupos multifuncionais com uma adequada combinação de conhecimentos e habilidades sobre todo o processo analisado. O OEE promove uma visão geral do processo e o alinhamento de visões na investigação e na implementação das ações de melhoria.

Outro fator em que o OEE tem sido relevante, é na avaliação do retorno de investimentos realizados em programas de melhoria baseados na manutenção produtiva total. Para Chand e Shirvani (2000), a efetividade de um sistema de manutenção, bem como das práticas de gestão de equipamentos, pode ser avaliada medindo-se a performance global dos equipamentos (por meio do OEE). Segundo Kwon e Lee (2004), é possível contabilizar quanto o aumento do OEE resulta dos esforços de melhoria contínua para aumentar a disponibilidade de equipamentos, transformar-se em redução do custo de manufatura e em aumento na margem de lucro.

Segundo Nakajima (1989), um OEE de 85% deve ser buscado como meta ideal para os equipamentos. Para se obter esse valor de OEE os índices devem ser de: 90% para disponibilidade, 95% performance e 99% qualidade. Hansen (2006) afirma que índices com valores menores que 65% são inaceitáveis. Índices entre 65% e 75% são considerados aceitáveis somente se as tendências trimestrais estiverem melhorando. Valores entre 75% e 85% são muito bons, entretanto deve-se buscar os níveis de classe mundial que é maior que 85%.

## **2.2. MELHORIA CONTÍNUA**

De acordo com Bessant, Caffyn e Gallagher (2001), a melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização. Pequenas ações e pequenos ciclos de mudança vistos separadamente possuem pequenos impactos, mas se somados podem trazer uma contribuição significativa para a performance da empresa.

A melhoria contínua não é um ‘combate a incêndios’. É um processo complementar às mudanças radicais consideradas pela reengenharia (JURAN, 1990; TERZIOVSKI, 2002). Ela consiste em um amplo processo organizacional focado e sustentado por uma abordagem orientada à melhoria incremental. É considerada uma importante ferramenta gerencial para que a organização molde sua estratégia competitiva frente às turbulências e incertezas do ambiente externo (BESSANT; FRANCIS, 1999).

Slack et al. (1997) trazem uma abordagem mais geral, estabelecendo passos a serem seguidos para chegar à melhoria. Comumente o que ocorre nas organizações é a medição e o acompanhamento da performance com diferentes níveis de estruturação até se chegar aos pontos que merecem atenção e que precisam ser melhorados. Em seguida, é feita uma escolha entre a melhoria contínua, a revolucionária (ou inovação) ou uma combinação entre as duas. Melhoria contínua e inovação são conceitos opostos, mas que não deixam de caminhar juntos. São formas distintas de tratar a melhoria de um padrão, mas devem ser analisadas conjuntamente.

Davenport (1994) afirma que a participação nos programas de melhoria contínua da qualidade ocorre de “baixo para cima” dentro da empresa, de modo que os funcionários são estimulados a examinar e recomendar mudanças nos processos de trabalho que participam. Por outro lado, a reengenharia de processos, que busca reprojeter os processos de negócios da empresa, ocorre de “cima para baixo”, exigindo administração forte da alta gerência. É indicado para que os níveis organizacionais e operacionais possam tomar iniciativas para melhorar processos, a alta administração esteja comprometida com essa prática.

Vale destacar que a melhoria contínua deve estar sempre conectada com a atualização de técnicas, afinal são elas que capacitam as empresas a desenvolver habilidades e comportamentos.

Os níveis de maturidade são importantes para guiar as empresas. Utilizando do levantamento de habilidades e comportamentos existentes e dos que se deseja obter, é possível saber respectivamente a atual situação e onde se pode chegar. No desenvolvimento da melhoria, é importante agir conscientemente em relação ao que se faz e ao que será feito. Desta forma, a política de melhoria vai se enraizando na rotina da empresa, passando a fazer parte da sua cultura. E é nesse ponto que se encontra a maior dificuldade das empresas, afinal, o rompimento de paradigmas culturais pode ser um processo de longo prazo (CAFFYN, 1997).

As fases da estrutura de maturidade em melhoria contínua segundo Caffyn (1997), são:

- Nível 1 (melhoria contínua natural): a organização não tem nenhuma das habilidades essenciais e nenhum dos comportamentos principais está presente. Mas pode ter alguma atividade de melhoria, como a solução de problema que ocorre ao acaso.
- Nível 2 (melhoria contínua formal): existem mecanismos alocados e evidências de que alguns aspectos dos comportamentos principais estão começando a ser desempenhados conscientemente. Nesse nível é comum que já exista solução sistemática do problema, treinamento no uso de ferramentas simples de melhoria contínua.
- Nível 3 (melhoria contínua dirigida para a meta): a organização está segura de suas habilidades e os comportamentos que as suportam se tornam normal. A solução do problema é direcionada para ajudar a empresa a atingir suas metas e objetivos, havendo monitoramento e sistemas de medição eficientes.
- Nível 4 (melhoria contínua autônoma): a melhoria contínua é amplamente autodirigida, com indivíduos e grupos fomentando atividades a qualquer momento que se tem uma oportunidade.

- Nível 5 (capacidade estratégica em melhoria contínua): a organização tem todo o conjunto de habilidades, e todos os comportamentos que às reforçam tornam-se rotinas engrenadas. Muitas características atribuídas à “organização de aprendizado” estão presentes.

A melhoria contínua é importante pelo impacto das atividades na performance e na prática das organizações (BESSANT et al., 2001), o que evidencia a redução de custos das empresas, justificando a importância de expandi-la e enxergá-la de forma sistêmica.

Diversos estudos (LEE, 2004; JABNOUN, 2001; ATKINSON, 1994) identificam conjuntos de fatores que afetam as atividades e todo o processo de melhoria contínua em uma organização, tais como:

- Aspectos culturais e paradigmas vigentes;
- A organização dos grupos (em força tarefa, em grupos semiautônomos com cooperação e comunicação lateral, ou com uso de facilitadores e especialistas em técnicas e métodos de solução de problemas e suporte gerencial);
- A governança dos grupos (centralizado ou descentralizado, através de rotinas e métodos especificados e acompanhamento das atividades);
- O domínio e aplicação de técnicas e ferramentas na identificação e solução de problemas; e
- O desenvolvimento de um sistema de informação para auxiliar no planejamento e controle das atividades.

A cultura da organização pode influenciar de forma positiva ou negativa a capacidade de adquirir e incorporar comportamentos essenciais para o sucesso do programa de melhoria contínua. Um valor essencial para o sucesso é desenvolver a habilidade para a identificação e solução de problemas. Isso pode ser executado por meio da cooperação interna ou externa, que implica em comunicação clara e direta, confiança entre as partes e, muitas vezes, administração de conflitos (JABNOUN, 2001; LEE, 2004).

Harrington (1995) afirma que a melhoria contínua é um processo que é desenvolvido de baixo para cima (bottom-up), enquanto a melhoria radical é implementada de cima para baixo (top-down). Terziovski (2002) complementa ao ressaltar que os grupos bottom-up de melhoria incremental são mais recomendados para a melhoria da produtividade e da satisfação dos clientes. Já os grupos top-down são mais apropriados para geração de inovações tecnológicas.

Diante desse conjunto complexo de elementos que influenciam o sucesso das atividades de melhoria contínua, muitas organizações acabam encontrando dificuldades em implementá-la.

### **2.3. PDCA E OUTRAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

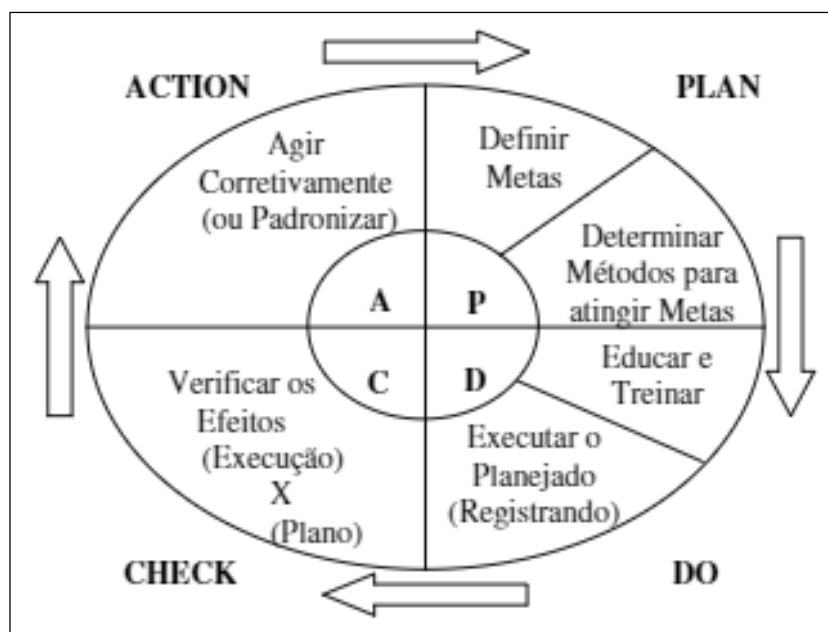
A Figura 1 demonstra a representação gráfica das fases do PDCA, sendo que a primeira fase corresponde ao planejamento (PLAN) onde são definidas as metas ideais (itens de controle) do processo analisado, estabelecendo os métodos para a sua realização (CAMPOS, 1992).

A segunda etapa corresponde a execução (DO) onde são executados os planos de ação feitos no planejamento. É necessário a verificação de capacitação dos executores para que o que foi planejado seja realizado da melhor maneira possível (CAMPOS, 1992).

Paralelamente, as informações geradas no processo são registradas. A terceira etapa é composta da verificação (CHECK) e tem por objetivo comparar se o que foi executado foi realmente planejado. Essa verificação é feita através dos dados coletados na execução. Aqui se pode notar se os resultados propostos inicialmente foram ou não alcançados (CAMPOS, 1992).

A quarta etapa, ação (ACTION) são realizadas as ações corretivas identificadas nas fases anteriores, aqui, dois caminhos distintos podem ser seguidos, caso a verificação mostrou que os resultados propostos não foram atingidos, deve-se partir para o estudo de ações corretivas e a seguir retomar o método PDCA, porém se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando assim sua continuidade (CAMPOS, 1992).





**Figura 1 - Ciclo PDCA**  
 Fonte: Campos (1992, p. 30)

Werkema (1995, p.17), define o ciclo PDCA como “um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. Considerando a definição de que um problema é um resultado indesejável de um processo, o PDCA pode ser visto como um método de tomada de decisões para a resolução de problemas. Assim, ele indica o caminho a ser seguido para que as metas estipuladas possam ser alcançadas.

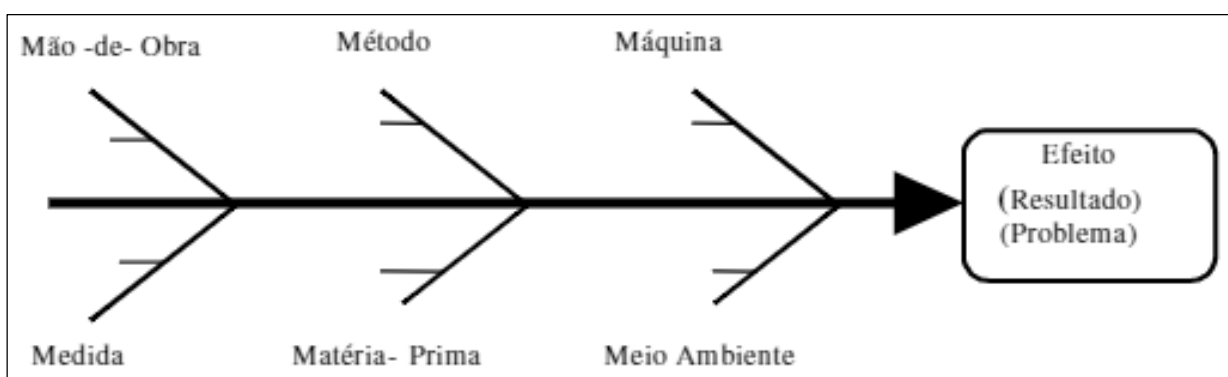
Durante a realização do ciclo é preciso empregar técnicas (ou ferramentas) para a obtenção, processamento e disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Werkema (1995) apresenta certas ferramentas da qualidade e os ciclos PDCA para manter e melhorar a integração destas técnicas aos ciclos PDCA. Aguiar (2002) realiza a integração das ferramentas da qualidade aos ciclos PDCA de manutenção, melhoria e inovação.

As ferramentas da qualidade passam a ser de grande utilidade no momento em que as pessoas que integram a empresa compreendem e dominam as ferramentas e começam a praticar o método PDCA, assim incluindo na cultura

da empresa a prática do uso das ferramentas da qualidade, tornando a melhoria contínua um pilar presente na rotina da empresa.

Entre as ferramentas da qualidade que contribuem com as informações necessárias e para a implantação do método PDCA de gerenciamento de processos estão o Diagrama de Causa e Efeito e o Gráfico de Pareto.

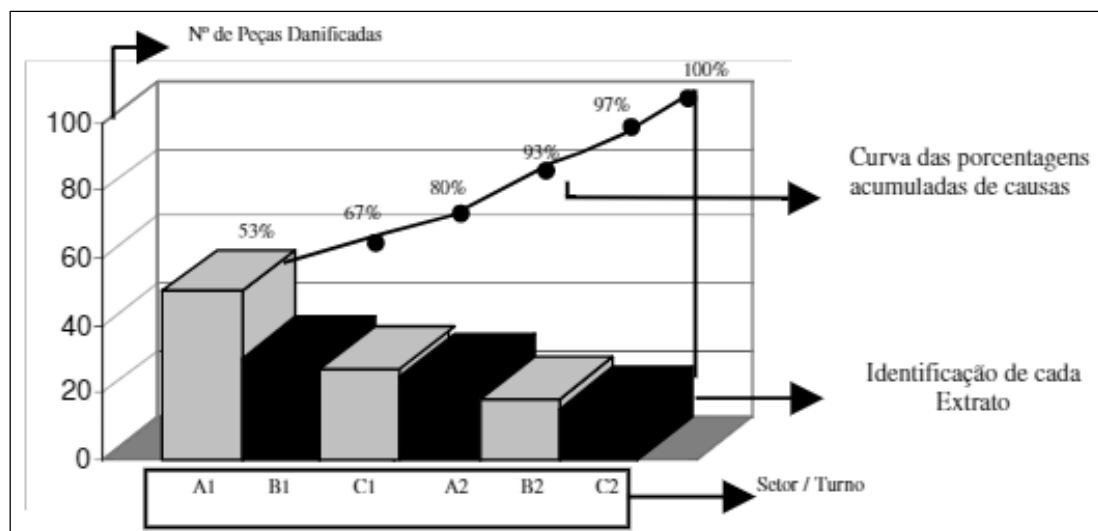
O Diagrama de causa e efeito é uma técnica simples e eficaz na enumeração das possíveis causas de um determinado problema. As causas são agrupadas em famílias para facilitar sua análise, sendo relacionadas com o efeito causado de forma visual e clara. A Figura 2 apresenta um modelo de diagrama de causa e efeito:



**Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito**

Fonte: Campos (1992, p. 18)

O Gráfico de Pareto é utilizado para identificar quantitativamente as causas mais significativas, em sua ordem decrescente, identificadas a partir da coleta de dados (SILVA, 1995, p.23). A Figura 3 apresenta um modelo de Diagrama de Pareto.



**Figura 3 - Diagrama de Pareto**  
 Fonte: Campos (1992, p.24)

As ferramentas da qualidade apresentadas, são utilizadas para a coleta, processamento e disposição clara das informações. Elas também representam os meios pelos quais se faz funcionar e implementar na pratica o método PDCA de gerenciamento de processos.

O 5W2H é outra ferramenta utilizada e auxilia nas ações a serem tomadas após a identificação dos problemas. Segundo Werkema (1995) o 5W2H ou 4Q1POC é uma ferramenta que auxilia no planejamento das ações que for desenvolver, ele é constituído de um relatório por colunas, cada uma delas acompanhadas por um título, palavras da língua inglesa: Why (Por que?), What (O que?), Who (Quem?), When (Quando?), Where (Onde?), How (Como?) e How Much (Quanto?).

Essa ferramenta é usada para assegurar e informar um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar ações. Nos quadros utilizados nesta ferramenta é possível visualizar a solução adequada de um problema, com possibilidades de acompanhamento da execução de uma ação. Buscando facilitar o entendimento através da definição de métodos, prazos, responsabilidades, objetivos e recursos. Para Werkema (1995), a técnica 5W2H descreve o problema, defini como ele afeta o processo, as pessoas e as consequências posteriores a estas situações. Ele permite que durante a

execução do plano de ação seja possível identificar os detalhes, o porquê de estar sendo feito e quem está fazendo.

### **3. METODOLOGIA**

Primeiramente, foi definido o tema do trabalho, Análise da Eficiência de Equipamentos, por ser considerado importante para a empresa localizada na região Centro Oeste do Brasil e por se tratar de uma prévia de resultados futuros. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os assuntos que envolvem o tema do trabalho, com o objetivo de fundamentar a teoria aplicada. As principais fontes de informações foram livros, artigos, trabalhos de conclusão de curso, encontrados em bases de pesquisa como Web of Science, Scopus e Google Scholar e da própria empresa onde o estudo foi realizado.

O referencial teórico foi definido através dos conhecimentos adquiridos na revisão bibliográfica. As informações descritas no referencial teórico foram consideradas importantes para o entendimento do tema, pois fornecem elementos teóricos suficientes para compor o entendimento detalhado do caso.

Este trabalho tem como objetivo o estudo de duas máquinas de um moinho de trigo e por isso foram levantados dados referentes à eficiência de equipamentos, assim como as ferramentas da qualidade que auxiliam a análise das eficiências.

#### **3.1. COLETA DE DADOS**

Para este trabalho foram utilizadas múltiplas fontes para coleta de dados. A principal fonte foram os registros em arquivos da empresa, que continham todos os dados relacionados as paradas das máquinas, como tempo parado, motivo da parada, operador e a máquina. Esses registros são passados pelas centrais presentes nas máquinas e através de um software é possível extrair esses dados em planilhas.

Ganga (2012) considera esses registros uma forma de documentação, que fornecem dados estáveis, discretos, exatos e com uma ampla cobertura.

Roesch (2009) identifica que esse tipo de coleta é bastante utilizado quando a pesquisa é realizada em organizações consolidadas. Através dos dados coletados foram montados quadros para facilitar a análise do OEE.

### **3.2. ANÁLISE DOS DADOS**

Na realização da análise de dados, foram levados em consideração os dados coletados e a literatura pesquisada para o referencial teórico. Os valores encontrados para os índices e indicadores de desempenho identificam e reportam quais problemas devem ser resolvidos para se alcançar um nível de eficiência desejado.

Neste caso, o OEE será calculado a partir dos dados quantitativos coletados e organizados em quadros, gráficos e figuras. Posteriormente são realizados comparativos entre os resultados obtidos e os encontrados na literatura. Após essa etapa, é verificado se as máquinas estão eficientes ou não, as causas são identificadas e análises qualitativas são feitas para a criação das propostas de melhoria.

### **3.3. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

Um dos passos mais importantes para a decisão dos métodos e dos instrumentos a serem utilizados na coleta de dados é o entendimento dos objetivos da pesquisa. Esta pesquisa é definida como exploratória, pois busca entender a eficiência das máquinas através de uma análise de dados e sugerir possíveis melhorias.

Gil (2007) afirma que uma pesquisa exploratória envolve uma análise de exemplos que estimulam a compreensão. Ganga (2012) define como objetivo das pesquisas exploratórias, a compreensão de um problema pouco explorado, amplo e desconhecido. A partir disso, é definido a abordagem dada ao problema, com o objetivo de alcançar os objetivos e visualizar as variáveis envolvidas.

### **3.4. ABORDAGEM**

Para este trabalho, será utilizada uma abordagem quantitativa e qualitativa para a análise do problema proposto. Para Miguel (2010) uma combinação entre essas duas abordagens proporciona um melhor entendimento dos problemas da pesquisa.

A pesquisa qualitativa busca um aprofundamento da compressão de um grupo social, de uma organização e não se preocupa com a representação numérica (GOLDENBERG, 1997). O foco dessa abordagem é entender o porquê das coisas, sem quantificar valores. Essa abordagem é utilizada quando especialistas são unidos para definição de causas de problemas.

A pesquisa quantitativa, diferente da pesquisa qualitativa, podem ter seus resultados quantificados. Esse tipo de abordagem recorre a linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno (FONSECA, 2002).

Os dados para a análise quantitativa foram coletados através de um software ligado às centrais ligadas nas máquinas.

Essa abordagem combinada é justificada pela complementação entre as duas abordagens, a abordagem quantitativa utilizada na análise dos dados coletados e a abordagem qualitativa na análise dos porquês dos resultados.

### **3.5. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS**

Este trabalho é classificado como um estudo de caso, quanto ao procedimento técnico. Entre os benefícios de um estudo de caso estão a possibilidade do desenvolvimento de uma teoria e de aumentar o desenvolvimento sobre eventos reais (SOUZA, 2005).

O estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida, como um programa, uma instituição ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade como o como e o porquê de uma determinada situação que supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há de mais essencial. A ideia principal é mostrar a situação como de fato ela ocorre (GIL, 2007).

A escolha de utilizar o estudo de caso como procedimento técnico é justificada pois este trabalho avalia a eficiência de duas máquinas através do cálculo do OEE, identifica perdas e sugere melhorias através de perguntas como “por quê? ”, “o quê? ” e “como?”, se tornando importante para atingir os objetivos.



## 4. ESTUDO DE CASO

*Este capítulo expõe os resultados do trabalho desenvolvido, cuja descrição se encontra nas seções anteriores. Será apresentado um breve histórico sobre o mercado de moagem de trigo e produção de farinha de trigo, o levantamento dos dados, uma análise dos índices de disponibilidade, performance e qualidade, e o valor do OEE e as causas que geram déficit no valor do indicador.*

### 4.1. MERCADO E A INDÚSTRIA DE TRIGO NO BRASIL

O mercado de moagem de trigo é consideravelmente antigo no Brasil, e a atual estrutura da indústria moageira ainda reflete a intervenção que o estado teve no setor no começo do século XX. Mesmo com altos índices de ociosidade das fábricas, o mercado de trigo atrai inúmeros investidores, inclusive empresas multinacionais, que vem buscando controle do mercado (ABITRIGO, 2017).

No Brasil, devido a facilidade logística, a maior concentração de fábricas está em regiões portuárias. É notável também que, com exceção dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que possuem pequenas fábricas, existe uma predominância de moinhos de médio e grande porte (ABITRIGO, 2017).

Segundo a ABITRIGO (2017), o mercado de farinha de trigo brasileiro encontra-se em fase de crescimento, o que pode ser evidenciado pelos baixos percentuais de importação (apenas 5% da farinha de trigo consumida no Brasil é importado). Apesar da queda no consumo no ano de 2015, foi identificado um aumento relevante em 2016, quando o consumo médio por pessoa foi de 42,49 Kg. A projeção é de que o consumo continue em ascendência no ano de 2017.

Contando com 196 moinhos em operação (ABITRIGO, 2017), o Brasil ocupa a 16ª posição no ranking mundial de produção de trigo, e 2ª quando se

trata de importação. Esses dados foram divulgados pela Secretaria de Acompanhamento Econômico, e estão resumidos pela Fig.4 a seguir:

Variável	Posição	Part. % Média*
Produção	16 <sup>a</sup>	0,72
Importação	2 <sup>a</sup>	5,57
Consumo	11 <sup>a</sup>	1,67
Exportação	10 <sup>a</sup>	0,56
Estoque Final	16 <sup>a</sup>	0,67

**Figura 4 – Posição e Participação do Brasil no Mercado Mundial de Trigo**  
Fonte: Secretaria de Acompanhamento Econômico, 2011

A região Sul se encontra com a maior participação no mercado interno, com um percentual de 42,2%, seguida pelo Nordeste com 26,25%. O Centro-Oeste, onde está localizado o moinho de análise deste trabalho, é responsável por apenas 3,2% da produção nacional, como pode ser visto na Fig. 5.

ESTIMATIVA DE MOAGEM DE TRIGO 2016 - POR ESTADO/REGIÃO					
REGIÕES	ESTADO	PARTICIPAÇÃO Produção (t)	%	REGIÃO %	
I	AM/PA	420.000	3,80	NORTE E NORDESTE	30,1
II	MA/RN/PB/PE/AL/SE/BA/CE	2.900.000	26,25		
III	DF/GO/MS/MT	353.000	3,20	C. OESTE	3,2
IV	SP	1.800.000	16,29	SUDESTE	24,5
V	MG	389.200	3,52		
VI	ES/RJ	520.000	4,71		
VII	PR	2.570.000	23,26	SUL	42,2
VIII	SC	445.000	4,03		
IX	RS	1.650.000	14,94		
TOTAL		11.047.200	100,00		100,00

**Figura 5 – Estimativa de Moagem de Trigo 2016 – Por Estado/Região**  
Fonte: ABITRIGO (2017)

Esta distribuição dos moinhos brasileiros está profundamente ligada ao processo de implantação da cadeia produtiva no país.

Tradicionalmente, a Região Sul detém o maior número de moinhos devido à proximidade das principais áreas produtoras e da Argentina, maior fornecedor de trigo importado ao Brasil.

#### **4.2. O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE TRIGO**

O processo de produção é iniciado pelo recebimento do trigo, onde uma amostra é retirada e enviada para a equipe de qualidade. Em seguida, o trigo passa por uma pré limpeza, onde são retiradas impurezas maiores, como pedras ou outros tipos de grãos, tais como a soja e o milho. Após a pré limpeza, o trigo é colocado em silos de armazenamento.

Antes de entrar para o processo de moagem, o trigo é umidificado e passado aos silos de descanso, onde o grão deve absorver a quantidade de água necessária para facilitar o processo de moagem e assim aumentar a quantidade de farinha extraída do grão. A segunda limpeza é feita para retirar impurezas menores e fazer com que apenas os grãos de trigo passem para etapa de moagem.

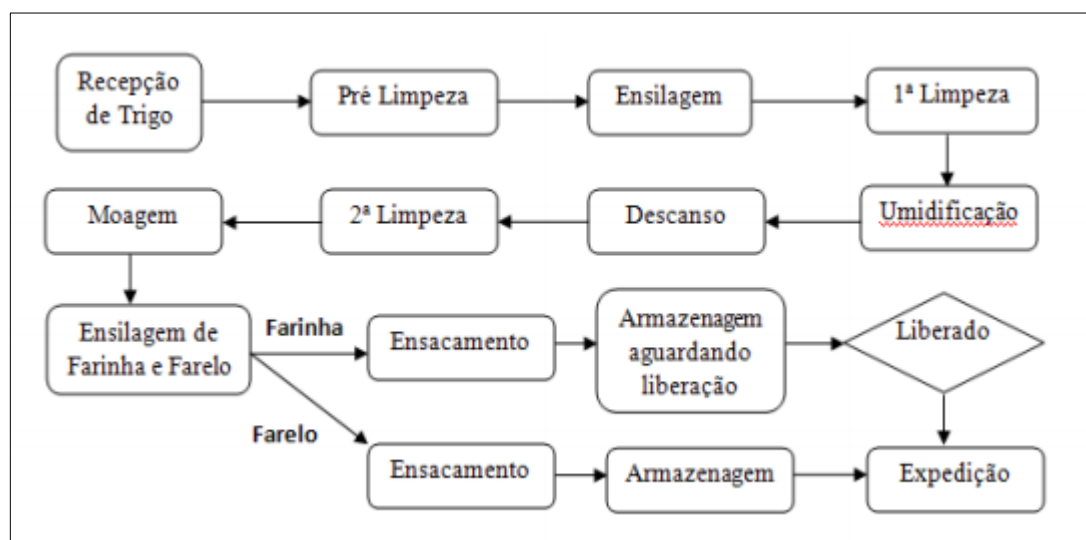
O processo de moagem é a principal parte da fabricação da farinha de trigo, tendo como principal máquina o banco de cilindro. A etapa em que são utilizados os bancos de cilindro se resume à redução e compressão, isto é, o grão entra inteiro no processo e é reduzido e comprimido em frações que facilitam a extração da farinha. Além dos bancos de cilindro, o processo de moagem conta com máquinas de peneiração, que separam o farelo da farinha de trigo.

A partir da moagem de trigo se originam dois produtos: o farelo (com extração média de 25%) e a farinha (com extração média de 75%). A farinha e farelo são ensiladas, ensacadas e armazenadas para que futuramente possam ser expedidas.

O envase da farinha de trigo pode ser feito de diversas maneiras. No moinho onde foi realizado o estudo em questão, são realizados dois tipos de

envase: em sacos de 25kg, utilizando um carrossel e em pacotes de 5kg.

Essas máquinas são de fundamental importância para o andamento da fábrica, pois a sua parada pode acarretar na interrupção de todo o processo produtivo, influenciando diretamente na eficiência global da fábrica. A Fig. 6 representa visualmente o processo produtivo descrito anteriormente.



**Figura 6 – Processo de Produção de Farinha de Trigo**

Fonte: SEAE/MF (Bunge Alimentos S.A. e J. Macêdo S.A.)

#### 4.3. LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA O CÁLCULO DO OEE

As informações necessárias para o cálculo do OEE foram retiradas de uma base de dados disponibilizada por um software ligado às centrais implantadas nas máquinas. A central armazena os horários de início e término da produção, o produto que está sendo envasado, o horário de início e fim das paradas que ocorreram durante o turno, a quantidade de produtos fora do padrão de qualidade, a quantidade de produtos que foram repassados e o motivo da parada. Estas informações são registradas pelos operadores responsáveis em cada turno.

Para cada problema que afete a produção existe um código categorizado que informa o motivo e a máquina correspondente à parada em questão. A unidade em que foi realizada este estudo separa os problemas em: Elétricos, que são as paradas causadas por mal funcionamento de um componente da máquina; Mecânicos, que são as paradas causadas pela quebra de um

componente da máquina; e operacionais, que são as paradas causadas por uma falha operacional.

A central instalada nas máquinas, em conjunto com o software associado, identifica automaticamente a parada da máquina e dispara um sinal sonoro solicitando que seja informado o motivo da interrupção. Caso o operador não informe o motivo antes que a máquina volte a funcionar, o software registra motivo indeterminado. Para que informações não sejam perdidas, os operadores utilizam um caderno de relato de anomalias, onde as principais paradas são documentadas

A velocidade de produção também é disponibilizada. A quantidade de produção da máquina por hora é armazenada pelo operador, e o sistema informa se o ritmo de produção está acelerado, normal ou abaixo.

O software fornece informações em formato de planilha, contendo as seguintes variáveis: setor da máquina, data, hora de início, hora de término, turno, registro, descrição do produto, operador, duração, produção prevista, produção, rejeitado, boas e total de registro. A Fig. 7 exemplifica a planilha:

Máquina	Dados					Registro	Descrição do produto	Operador	Operação	Total	Produção Prevista	Produção	Rejeitado	Boas	Total de registros
		Data	Hora início	Hora término	Turno	Registro				Duração(P.')					
-	MOAGEM														
	MOAGEM	19/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	11		0	0	0	
	MOAGEM	19/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM EXPEDIE	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	55		0	0	0	
	MOAGEM	19/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	FALTA ENERGIA	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	1		0	0	0	
	MOAGEM	19/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	8		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM EXPEDIE	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	59		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	FALTA ENERGIA	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	128		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	11		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	459		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	3600		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	3600		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	3600		0	0	0	
	MOAGEM	20/06/2017	18:34:54	18:35:05	0	SEM PRG.PRO	0 - SEM PECA	0 - SEM OPERADOR	0	2280		0	0	0	

**Figura 7 – Planilha de Dados**

Fonte: Empresa

#### 4.4. CÁLCULO DO OEE

O cálculo do OEE é efetuado considerando o resultado de três índices distintos: Disponibilidade, Performance e Qualidade. Como na empresa alvo, o estudo do OEE é avaliado trimestralmente, o período escolhido para a coleta dos dados utilizados para gerar os índices (que dão origem ao OEE), foi também de três meses. Mais especificamente, os meses de maio, junho e julho de 2017.

Os dados coletados dizem respeito ao funcionamento das máquinas, como total de minutos parados, tempo total trabalhado, quantidade de farinha envasada, tempo total previsto para o envase da quantidade total de farinha, tempo, entre outras informações. A seguir serão apresentados os dados referentes às máquinas que foram consideradas para análise: o carrossel, que envasa farinha de trigo em sacos de 25kg e a envasadora em sacos de 5kg. Para o cálculo dos índices foram levados em consideração todos os meses, pois na empresa na qual o estudo foi realizado o cálculo é avaliado com resultados de três meses. Os dados coletados são apresentados no Quadro 1.:

**Quadro 1 - Dados Levantados**

Máquinas	Carrossel - sacos de 25 kg	Envasadora: sacos de 5 kg
Total de Minutos (Parados)	24.856,48	33.974
Tempo Trabalhado (min)	79.332,73	53.581
Quantidade Produzida (kg)	400.140,00	162.705
Total de Tempo Previsto (min)	54.476,25	19.607
Tempo Total Utilizado (min)	73.613,95	53.581
Quantidade Total de Embalagens Prevista	400.239	162.705
Quantidade Total de Embalagens Utilizadas	400.239,00	162.705
Quantidade de Produtos Produzidos (kg)	10.005.975	813.525
Tempo Planejado (min)	7.657,00	1.958

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para o cálculo dos índices de Disponibilidade, Performance, Qualidade e do OEE foram utilizadas as Eq. (2), (3), (4) e (1) respectivamente, descritas no referencial teórico.

Os resultados encontrados para o carrossel que envasa farinha de trigo em sacos de 25kg são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Índices para o Carrossel**

Máquina	Carrossel - sacos de 25kg
Índice de Disponibilidade	76,00%
Índice de Performance	63,05%
Índice de Qualidade	99,10%
OEE	47,49%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados encontrados para a envasadora de 5kg são apresentados no Quadro 3:

**Quadro 3 – Índices para a Envasadora de sacos de 5kg**

Máquina	Envasadora de sacos de 5kg
Índice de Disponibilidade	37,98%
Índice de Performance	30,37%
Índice de Qualidade	98,77%
OEE	11,39%

Fonte: Elaborado pelo Autor

#### 4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados dos índices de disponibilidade, performance e qualidade separadamente é possível identificar que o único índice com valor ideal é o de qualidade, com 99,1%. Os índices de disponibilidade e performance encontrados foram 76% e 65,05% que estão abaixo do ideal, que pela literatura são 90% e 95%, respectivamente. Com os valores de disponibilidade e

performance abaixo do ideal, temos como consequência um valor abaixo do OEE, que teve como resultado apenas 47,49%. Esses resultados mostram que a máquina pode melhorar bastante seus resultados, mantendo o nível de qualidade e melhorando os pontos que aumentem a disponibilidade e a performance da máquina.

Em relação a envasadora de sacos de 5kg os resultados encontrados são muito desanimadores, pois os três índices não estão de acordo com o ideal, o mais próximo é o índice de qualidade que atinge 98,77%, os índices de disponibilidade e performance estão longe de atingirem um valor próximo ao ideal. O OEE alcançado pela envasadora de sacos de 5kg é de apenas 11,39%.

Ambas as máquinas estão abaixo do nível aceitável para uma eficiência operacional, diversos motivos podem ser listados como motivo para esses valores, alguns desses motivos são a falta de capacitação dos operadores, falha na manutenção do maquinário, tempo de setup longo, falta de procedimento padrão para o uso das máquinas entre outros motivos. Parte do ciclo PDCA é criar um plano de ações para que exista uma melhora nos resultados verificados, o próximo capítulo utiliza de ferramentas na análise de solução e problemas que encontram possíveis causas para os valores baixos de OEE encontrados. Junto dos especialistas da fábrica foi elaborado um plano de ação com intuito de incrementar os resultados encontrados.



## **5. PROPOSTA DE MELHORIAS**

*Neste capítulo é apresentado a análise realizada sobre os dados coletados e o plano de ação proposto para a empresa para atingir valores maiores nos índices de disponibilidade e performance.*

### **5.1. GRUPO DE ESPECIALISTAS**

Com os valores de eficiência operacional das duas envasadoras bem abaixo do considerado ideal, é necessário analisar e criar um plano de ação para que elas possam atingir níveis mais altos e para isso foi criado um grupo multidisciplinar com os seguintes colaboradores: gerente da planta, gerente de produção, gerente de manutenção, gerente de logística, gerente de comercial, gerente de gestão de pessoas, analista de planejamento e controle de produção, analista de manutenção e analista de planejamento financeiro.

Esse grupo foi definido por desempenharem funções que abrangem as áreas de produção, manutenção, comercial e gestão de pessoas, além de terem conhecimento técnico e experiência técnica no processo produtivo. Com as medições realizadas, o grupo teve como objetivo identificar e priorizar as possíveis causas dos resultados baixos dos índices de eficiência operacional das duas máquinas analisadas, o carrossel, que envasa farinha de trigo em sacos de 25kg e, a envasadora que envasa sacos de 5kg.

### **5.2. IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS E PROPOSTA DE MELHORIA**

Como visto na seção 4.4, os resultados encontrados dos índices de disponibilidade e performance ficaram abaixo do considerado ideal. Assim, um dos primeiros objetivos do grupo foi identificar os principais motivos das paradas relacionadas ao carrossel e a envasadora de 5kg. Para a estratificação foi utilizado o Diagrama de Pareto. Duas informações foram utilizadas para a estratificação, a quantidade de vezes que os motivos foram colocados como

causa da parada e a quantidade de tempo que as máquinas ficaram paradas. O Quadro 4 apresenta a análise de Pareto do carrossel com os dados de quantidade de vezes.

**Quadro 4 – Análise de Pareto – Carrossel – Quantidade de Registro**

Registro	Contagem de Registro	% Acumulado
SETUP	891	30,28%
SEM PRG.PRODUCAO	772	56,51%
OS FINALIZADA	402	70,17%
EMPILHADEIRA	383	83,18%
PCP FALTA INSUMO	195	89,81%
ETAPA ANTERIOR	114	93,68%
ELETR CARROSSEL	34	94,84%
ELETR DETECTOR M	18	95,45%
OPERACIONAL	18	96,06%
SETUP PROGRAM	15	96,57%
QUALIDADE	14	97,04%
ETAPA POSTERIOR	13	97,49%
EQUIP DISPENSADA	12	97,89%
ELETR DATADOR	9	98,20%
MECAN MAQ COSTUR	9	98,50%
MECAN DETECTOR M	7	98,74%
ELETR MAQ COSTUR	7	98,98%
FALTA AR COMPRIM	6	99,18%
MECAN CARROSSEL	4	99,32%
CONCESSIONARIA	3	99,42%
MECAN ESTEIRA	3	99,52%
MANUT PROGRAM	3	99,63%
ELETR ESTEIRA	2	99,69%
ATRASSO OPERACION	2	99,76%
FALTA DE DEMANDA	2	99,83%
MECAN DATADOR	2	99,90%
INVENTARIO	1	99,93%
FENOMENOS NATURA	1	99,97%
TESTE NA LINHA	1	100,00%
Total Geral	2943	

Fonte: Elaborado pelo Autor

No Quadro 5 é apresentada a análise de Pareto do carrossel com a quantidade de tempo parado – o tempo foi analisado em minutos.

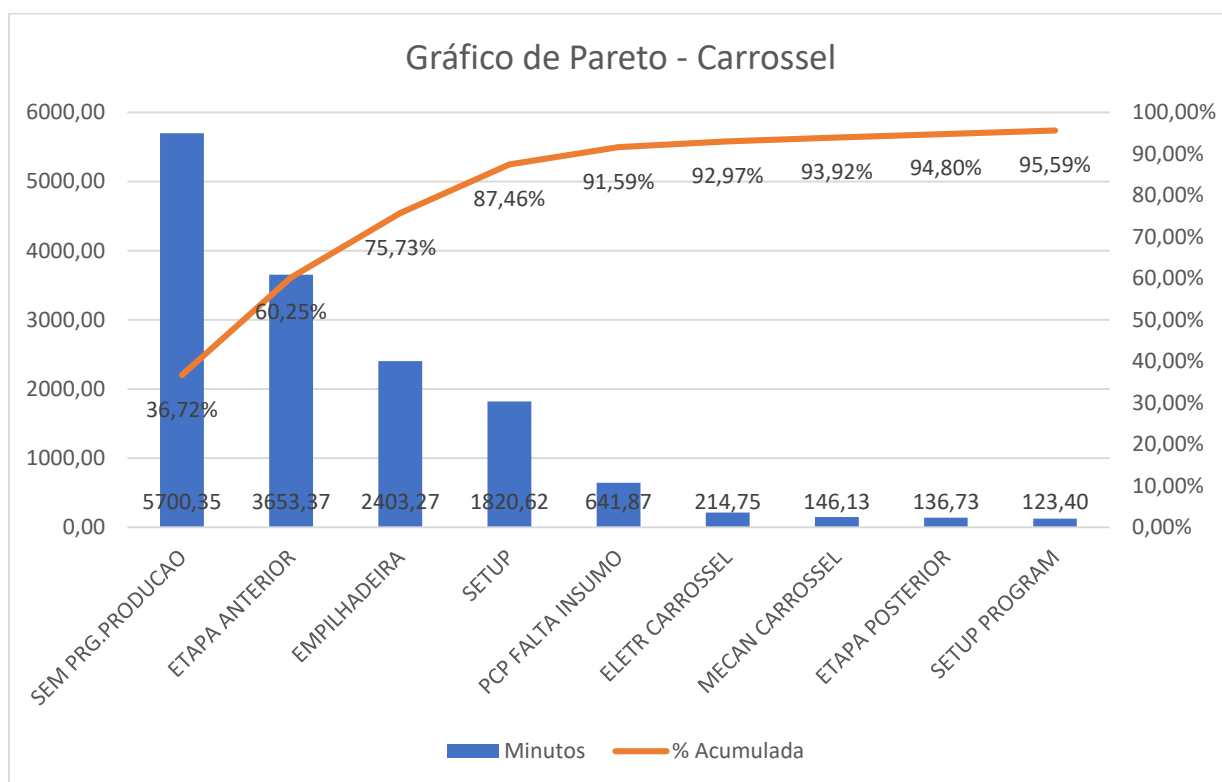
**Quadro 5 – Análise de Pareto – Carrossel – Tempo Parados**

Registro	Minutos	% Acumulada
SEM PRG.PRODUCAO	5700,35	36,72%
ETAPA ANTERIOR	3653,37	60,25%
EMPILHADEIRA	2403,27	75,73%
SETUP	1820,62	87,46%
PCP FALTA INSUMO	641,87	91,59%
ELETR CARROSSEL	214,75	92,97%
MECAN CARROSSEL	146,13	93,92%
ETAPA POSTERIOR	136,73	94,80%
SETUP PROGRAM	123,40	95,59%
OPERACIONAL	119,48	96,36%
QUALIDADE	118,27	97,12%
FALTA AR COMPRIM	75,07	97,61%
FALTA DE DEMANDA	69,50	98,05%
ELETR DETECTOR M	69,37	98,50%
MECAN ESTEIRA	60,25	98,89%
ELETR DATADOR	33,75	99,11%
ELETR MAQ COSTUR	29,88	99,30%
MECAN MAQ COSTUR	26,52	99,47%
MECAN DETECTOR M	25,67	99,63%
MECAN DATADOR	20,00	99,76%
CONCESSIONARIA	18,43	99,88%
ELETR ESTEIRA	6,48	99,92%
MANUT PROGRAM	5,53	99,96%
INVENTARIO	2,73	99,98%
ATRASSO OPERACION	1,75	99,99%
FENOMENOS NATURA	1,03	99,99%
TESTE NA LINHA	0,78	100,00%
OS FINALIZADA	0,00	100,00%
Total Geral	15524,98	

Fonte: Elaborado pelo Autor

No carrossel foi identificado que os motivos que geram maior tempo de parada estão relacionados com a quantidade de ocorrência e por isso o estudo de causa e efeito foi realizado tomando como base os motivos que geram maior número de paradas.

Como indicado pela literatura (NAKAJIMA, 1989), os especialistas selecionaram os motivos que causam até aproximadamente 80% do tempo de parada, o Gráfico 1 mostra que os seguintes motivos causam maior tempo de parada: sem programação de produção, etapa anterior e empilhadeira. Entretanto, setup foi adicionado a análise, pois possui uma elevada quantidade de registros e está entre os motivos que geram maior tempo de parada.



**Gráfico 1 – Pareto - Carrossel**  
Fonte: Elaborado pelo Autor

As análises anteriores foram repetidas para a envasadora de 5kg. O Quadro 6 mostra a análise de Pareto da envasadora com os dados de quantidade de vezes.

**Quadro 6 – Análise de Pareto – Envasadora 5kg - Quantidade**

Registro	Contagem de Registro	% Acumulada
SEM PRG.PRODUCAO	349	26,72%
SETUP	238	44,95%
RALMAQ LIMPEZA	173	58,19%
ETAPA ANTERIOR	159	70,37%
TROCA DE BOBINA	121	79,63%
OS FINALIZADA	73	85,22%
ELETR RALMAQ	70	90,58%
CONCESSIONARIA	29	92,80%
RALMAQ TEFLON	29	95,02%
MECAN ENFARDADEI	16	96,25%
RALMAQ MECANICA	13	97,24%
OPERACIONAL	8	97,86%
PCP FALTA INSUMO	7	98,39%
ELETR DATADOR	4	98,70%
RALMAQ BORRACHA	4	99,00%
ETAPA POSTERIOR	3	99,23%
PCP FALTA EMBALA	2	99,39%
LOGIST EMPILHADE	2	99,54%
MECAN ENVASADORA	2	99,69%
SETUP PROGRAM	2	99,85%
ELETR DETECTOR M	2	100,00%
Total Geral	1306	

Fonte: Elaborado pelo Autor

O Quadro 7 mostra a análise de Pareto da envasadora de 5kg com a quantidade de tempo parado – o tempo foi analisado em minutos.

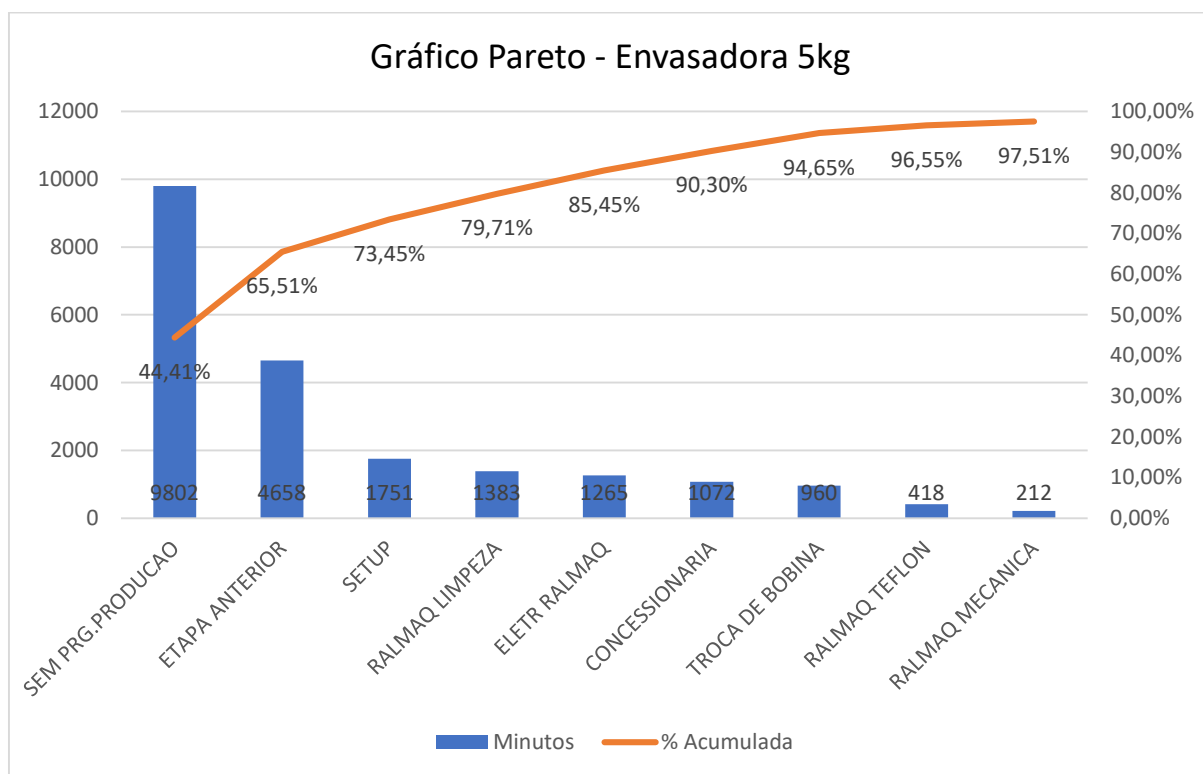
**Quadro 7 – Análise de Pareto – Envasadora 5kg - Tempo**

Registro	Soma de Min	% Acumulada
SEM PRG.PRODUCAO	9802	44,41%
ETAPA ANTERIOR	4658	65,51%
SETUP	1751	73,45%
RALMAQ LIMPEZA	1383	79,71%
ELETR RALMAQ	1265	85,45%
CONCESSIONARIA	1072	90,30%
TROCA DE BOBINA	960	94,65%
RALMAQ TEFLON	418	96,55%
RALMAQ MECANICA	212	97,51%
MECAN ENFARDADEI	139	98,13%
OPERACIONAL	105	98,61%
RALMAQ BORRACHA	101	99,07%
PCP FALTA INSUMO	74	99,40%
SETUP PROGRAM	53	99,64%
ELETR DATADOR	33	99,79%
ETAPA POSTERIOR	21	99,89%
ELETR DETECTOR M	11	99,94%
MECAN ENVASADORA	7	99,97%
LOGIST EMPILHADE	4	99,99%
PCP FALTA EMBALA	3	100,00%
OS FINALIZADA	0	100,00%
TOTAL DE REGISTROS	22072	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Na envasadora de 5kg também foi identificado que os motivos que geram maior tempo de parada estão relacionados com a quantidade de ocorrência e por isso, seguindo a análise do carrossel, o estudo de causa e efeito foi realizado tomando como base os motivos que geram maior número de paradas.

Como indicado pela literatura (NAKAJIMA, 1989), os especialistas selecionaram os motivos que causam até aproximadamente 80% do tempo de parada, de acordo com o Gráfico 2 mostra que os seguintes motivos causam maior tempo de parada, sem programação de produção, etapa anterior, setup e limpeza da máquina.



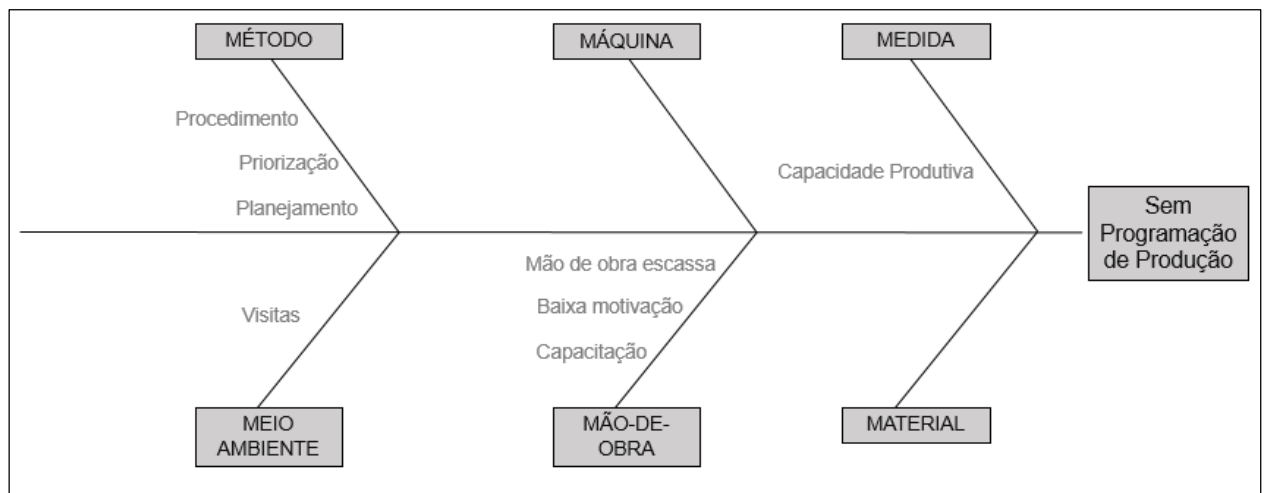
**Gráfico 2 – Pareto – Envasadora 5kg**

Fonte: Elaborado pelo Autor

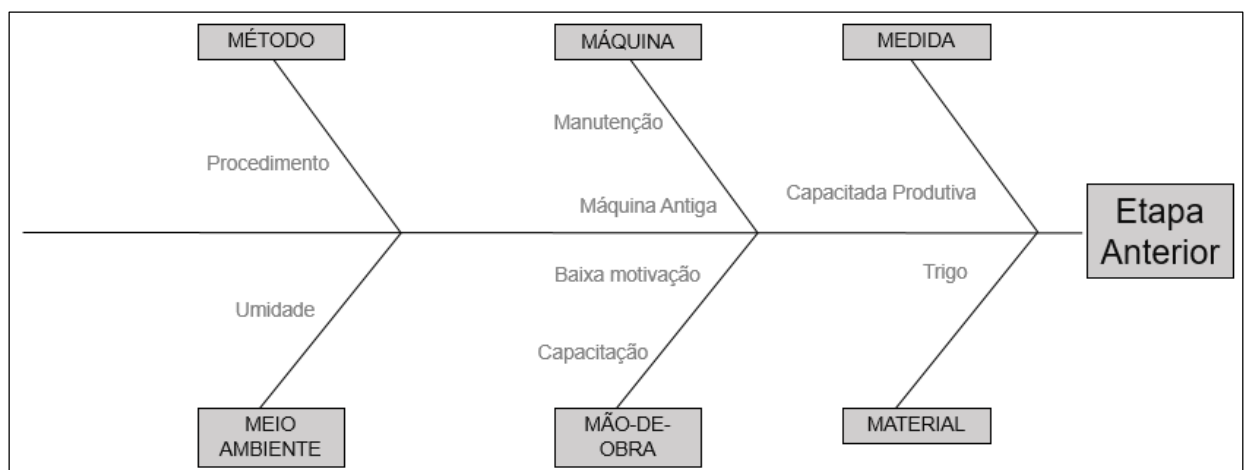
Com os motivos das paradas estratificados e priorizados, o grupo de especialistas foi reunido e discutiu sobre as possíveis causas raízes. Diversas causas foram levantadas e após algumas reuniões, as principais foram selecionadas e passadas para diagramas de causa e efeito. Alguns motivos das

paradas das duas máquinas analisadas são os mesmos e por isso tiveram suas causas raízes consideradas parecidas pelo grupo de especialistas.

Os diagramas de causa e efeito montados para os principais motivos encontrados pela análise de Pareto são apresentados nas Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

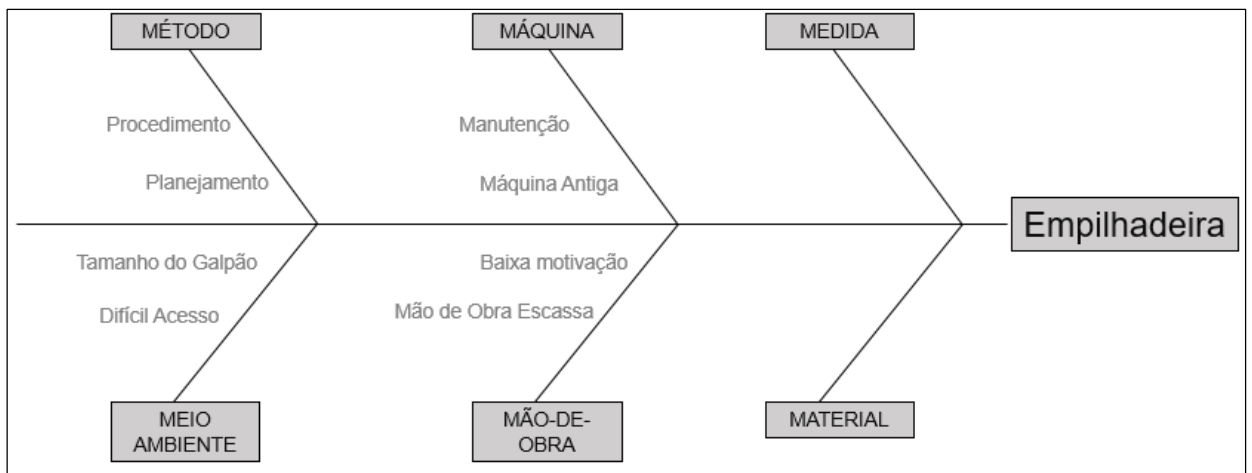


**Figura 8 – Diagrama de Causa e Efeito – Sem Programação de Produção**  
Fonte: Elaborado pelo Autor

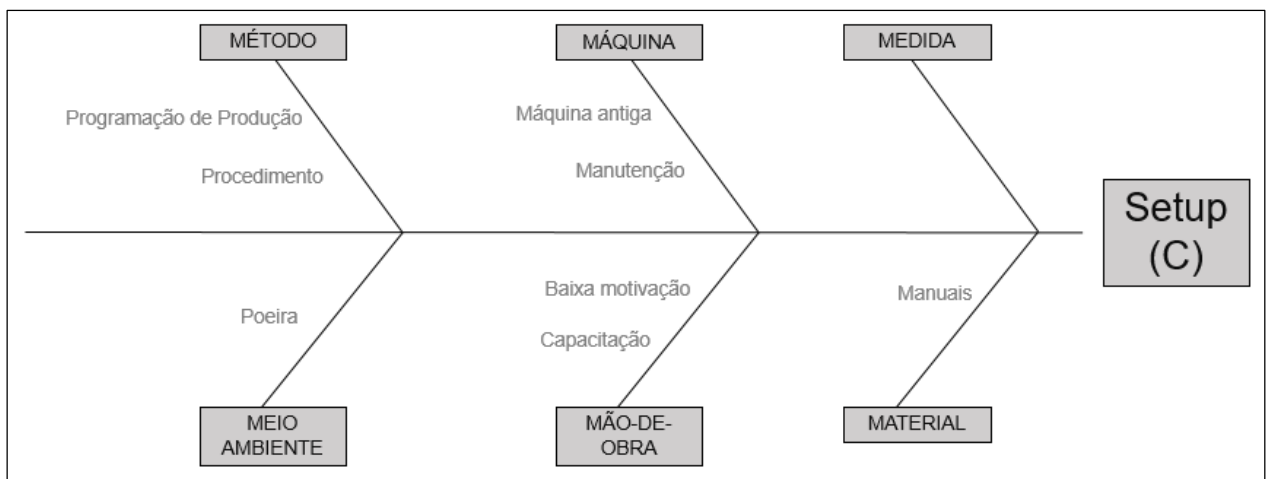


**Figura 9 – Diagrama de Causa e Efeito - Etapa Anterior**  
Fonte: Elaborado pelo Autor

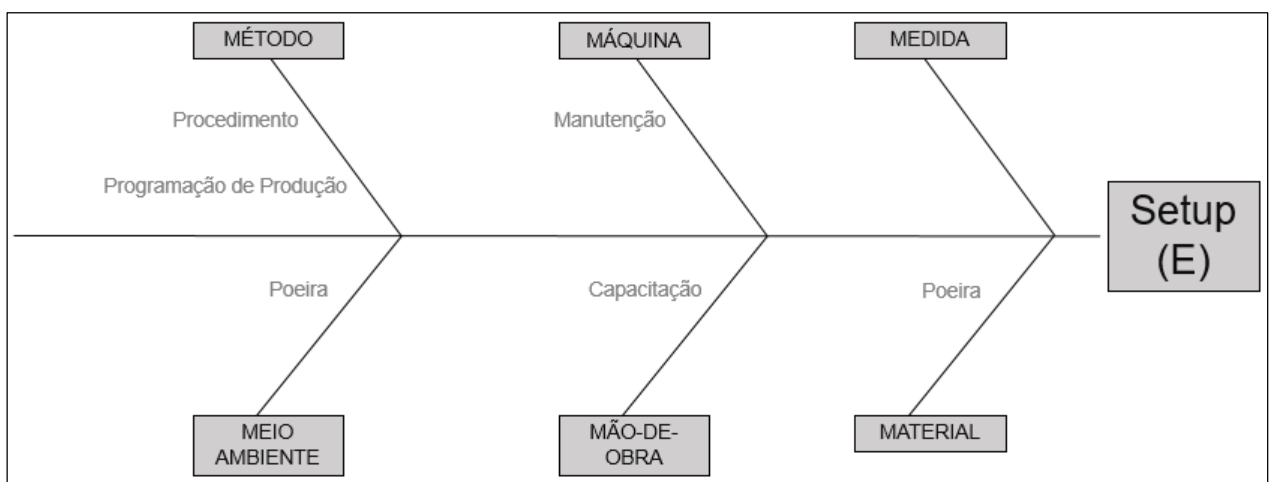




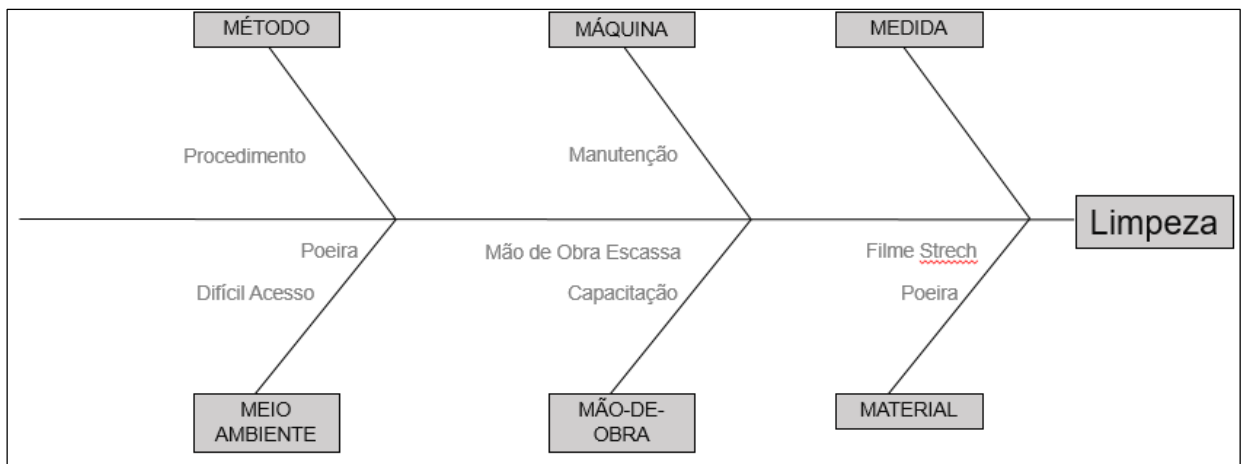
**Figura 10 – Diagrama de Causa e Efeito - Empilhadeira**  
 Fonte: Elaborado pelo Autor



**Figura 11 – Diagrama de Causa e Efeito – Setup Carrossel**  
 Fonte: Elaborado pelo Autor



**Figura 12 – Diagrama de Causa e Efeito – Setup Envasadora 5kg**  
 Fonte: Elaborado pelo Autor



**Figura 13 – Diagrama de Causa e Efeito - Limpeza**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Pode-se perceber que muitas causas levantadas são problemas gerais e se repetem, como por exemplo, capacitação e manutenção. Entre as causas levantadas, o grupo de especialistas selecionou as consideradas mais importante e criou um plano de ação, utilizando a ferramenta 5W2H, para poder atingir valores maiores nos índices de disponibilidade e performance. O Quadro 8 apresenta o plano de ação criado pela empresa para atingir valores maiores nos índices de disponibilidade e performance.

**Quadro 8 – Plano de Ação**

PLANO DE AÇÃO							
Nº	What	Why	How	Where	Who	When	HowMuch
	O que	Porque	Como	Onde	Quem	Quando	Quanto?
1	Criar uma programação de produção com menor quantidade de tipos de produto	Diminuir a quantidade de setup	Diminuir os tipos de produtos produzidos por dia	Na Área de programação de produção	Analista de PCP	Novembro	Sem custos
2	Melhorar a Programação de Produção	Diminuir a quantidade de setup	Aplicar métodos de Previsão de Demanda	Área Comercial	Gerente de Comercial	Dezembro	Sem custos
3	Instalação de filtros próximo as máquinas	Diminuir a poeira próxima ao maquinário	Fazer orçamento do filtro e enviar para o corporativo	Área da Manutenção	Gerentes de Manutenção e Produção	Dezembro	R\$ 15.000,00
4	Criar procedimento para setup	Diminuir tempo de setup	Treinar operadores para execução do procedimento	Área de Manutenção	Gerente de Manutenção	Novembro	Sem custos
5	Orçar máquinas novas	Trocar as máquinas atuais	Entrar em contato com as empresas fornecedoras	Áreas de Manutenção e Produção	Gerentes de Manutenção e Produção	Dezembro	Sem custos
6	Capacitar funcionários sem capacitação suficientes	Falta de capacitação do pessoal	Realizar verificação dos procedimentos	Todas as áreas	Gerente da Planta	Dezembro	Sem custos
7	Calcular capacidade produtiva	Erros na programação de produção	Contratar equipe para calcular capacidade produtiva	Área de Manutenção	Gerente de Manutenção	Dezembro	Sem custos
8	Calcular Head-count (Número mínimo de funcionários)	Mão de obra escassa	Acompanhar rotinas de trabalho	Área de Produção e Gestão de Pessoas	Gerente de Gestão de Pessoas	Novembro	Sem custos
9	Controlar a umidade do trigo	Oscilação da umidade do trigo	Orçar máquina de controle de umidade	Área de Manutenção e Produção	Gerente de Manutenção	Novembro	Sem custos
10	Aumentar acesso de empilhadeiras ao cabeceio	Acesso apenas para um empilhadeira	Calcular possibilidade de realizar obra na estrutura	Área de Manutenção	Gerente de Manutenção	Dezembro	Sem custos

**Fonte:** Elaborado pelo Autor

## 6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho cumpriu com os propostos e respondeu as questões levantadas no capítulo 1. A coleta de dados foi realizada por meio das centrais instaladas nas máquinas e através das informações encontradas calculados os índices necessários para medir a Eficiência Global dos Equipamentos de um moinho de trigo.

Com a utilização de ferramentas do PDCA foi possível identificar os principais motivos de parada nos equipamentos e assim propor melhorias através de um plano de ação proposto por um grupo de especialistas.

O objetivo principal do trabalho, que era analisar o indicador de eficiência dos equipamentos, foi alcançado através dos cálculos dos índices de disponibilidade, performance e qualidade, o que possibilitou calcular o OEE. O resultado trimestral encontrado mostrou um índice de 47,49% para o carrossel e de apenas 11,39% na envasadora de 5kg.

Outros objetivos também foram alcançados, tais como definir os motivos das paradas mais recorrentes e a definição de um plano de ação para melhorar a situação atual das máquinas e dar continuidade no processo de melhoria continua da empresa.

O estudo realizado demonstrou a importância da verificação da eficiência das máquinas, pois isso possibilita a empresa melhorar seus resultados em várias áreas. Além disso, o uso das ferramentas do PDCA deixou de ser apenas ferramentas faladas entre os funcionários e passaram a ser usadas como saída não apenas para as áreas de manutenção e produção como para outras áreas como comercial, por exemplo. Outro ponto analisado é necessidade da reunião entre todos os especialistas, pois isso gera uma análise mais segura, transfere informações importantes entre as áreas e evita retrabalho.

A análise realizada em trimestres não proporciona a empresa uma resposta rápida aos problemas encontrados nas máquinas e isso gerou uma

discussão sobre a possibilidade da realização de uma análise mensal, o que melhoraria a criação dos planos de ação e verificação dos resultados.

Entre as dificuldades encontradas durante a realização do trabalho está a confiança nos dados coletados, pois o número de paradas classificadas como motivo indeterminado teve um valor considerável, o que poderia alterar os resultados encontrados. Outra dificuldade foi a disponibilidade dos participantes do grupo de especialistas.

Ao final, foi possível avaliar que as duas máquinas analisadas não funcionam de modo eficiente. Os índices de disponibilidade e performance baixos afetam diretamente outras áreas da empresa.

Como continuidade da pesquisa e visando trabalhos futuros, pode-se pensar na realização e acompanhamento das propostas de melhoria, um estudo de viabilidade de produção entre outras pesquisas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABITRIGO. Associação Brasileira de Trigo. Em: <<http://abitrito.com.br/estatisticas.php>>. Acesso em 19/11/2017.
- ATKINSON, Cyril. Continuous improvement: the ingredients of change. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, v. 6, n. 1/2, p. 06-08, 1994.
- BAMBER, C. J. et al. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 9, n. 3, p. 223-238, 2003. <http://dx.doi.org/10.1108/13552510310493684>
- BESSANT, J.; CAFFYN, S. High involvement innovation. **International Journal of Technology and Management**, v. 14, n. 1, 1997.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. **Na evolutionary model of continuous improvement behaviour**. *Technovation*, v. 21, n. 2, p. 67-77, 2001.
- BESSANT, J.; FRANCIS, D. Developing strategic continuous improvement capability, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 11, p. 1106-1119, 1999.
- CAFFYN, Sarah. Extending continuous improvement to the new product development process. **R&D Management**, v. 27, n. 3, p. 253-267, 1997.
- CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CHAND, G.; SHIRVANI, B. Implementation of TPM in cellular manufacture. **Journal of materials Processing technology**, v. 103, n. 1, p. 149-154, 2000.
- DAVENPORT, T.H. **Reengenharia de processos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- FLEISCHER, J.; WEISMANN, U.; NIGGESCHMIDT, S. **Calculation and optimisation model for costs and effects of availability relevant service elements**. In: CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 13., 2006, Leuven. Proceedings... Leuven, 2006. p. 675-680. Disponível em: <<http://www.mech.kuleuven.be/lce2006/154.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2011.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GANGA, Gilberto Miller Devós. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção - Um Guia Prático de Conteúdo e Forma**. São Paulo: Atlas, 2012.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro: Record, 1999.
- HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos: Uma Poderosa Ferramenta de Produção/Manutenção para o Aumento dos Lucros**; tradução Altair F. Klippel. Porto Alegre: Bookman, 2006.

- HARRINGTON, H. J. Continuous versus break through improvement: finding the right answer. **Business Process Re-engineering & Management Journal**, v. 1, n. 3, p. 31-49, 1995.
- JABNOUN, N. Values underlying continuous improvement. **The TQM Magazine**, v. 13, n. 6, p. 381-387, 2001.
- JEONG, K. Y.; PHILLIPS, D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 21, n. 11, p. 1404-1416, 2001. <http://dx.doi.org/10.1108/EUM000000000006223>
- JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 1, p. 55-78, 1999. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579910244223>
- JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade**. São Paulo: Editora Pioneira, 1990.
- KWON, O.; LEE, H. Calculation methodology for contributive manager al effect by OEE as a result of TPM activities. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 10, n. 4, p. 263-272, 2004. <http://dx.doi.org/10.1108/13552510410564882>
- LEE, Hyun-Jung. **The role of competence-based trust and organizational identification in continuous improvement**. *Journal of Managerial Psychology*, v. 19, n. 6, p. 623-639, 2004.
- LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 5, p. 495-507, 1998. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579810206334>
- MIGUEL, P. A. (Org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia da produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 129-144.
- MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté: UNITAU, 2004
- NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance- TPM**. Cambridge: Productivity Press, 1989.
- ROESCH, Sylvia M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- RON, A. J.; ROODA, J. E. Equipment effectiveness: OEE revisited. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v. 18, n. 1, p. 190-196, 2005. <http://dx.doi.org/10.1109/TSM.2004.836657>
- SILVA, D. C. **Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. Florianópolis: Fundação CERTI, 1995.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOUZA, R. **Case Research in Operations Management**. **EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management**, Brussels, Belgium, 31st Jan.-4th Feb, 2005
- TERZIOVSKI, M. Achieving performance excellence through na integrated strategyof radical and continuous improvement. **Measuring Business**

**Excellence**, v. 6, n. 2, p. 5-14, 2002. <http://dx.doi.org/10.1108/13683040210431419>

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.